

simposio
internazionale

REUSO 2020

Restauro:
temi contemporanei
per un confronto
dialettico



a cura di
Giovanni Minutoli



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA



II
unione
italiana
disegno

simposio internazionale **REUSO 2020**

Restauro: temi contemporanei per un confronto dialettico

a cura di Giovanni Minutoli

Una rete di ricercatori, studiosi che operano nel campo della conservazione e della salvaguardia del patrimonio ha costituito l'associazione ReUSO ETS il cui scopo è l'organizzazione e la gestione di attività culturali, attività editoriali e l'organizzazione di convegni scientifici. Gli studiosi che condividono le finalità dell'associazione potranno quindi aderire e partecipare alle attività dell'associazione stessa. Tutti gli associati avranno diritto di eleggere gli organi associativi, di essere informati sull'attività dell'associazione e partecipare a tutte le iniziative e le manifestazioni promosse dall'associazione stessa.

L'accento è posto sulle tematiche della documentazione, della catalogazione, del rilievo, delle conoscenze specifiche nell'ambito della storia del restauro e della valorizzazione, con la consapevolezza che il patrimonio stesso si evolve e necessita di un adeguamento costante alle esigenze della società della quale costituisce memoria e testimonianza fisica.

ReUSO è un acronimo nato dalla combinazione dei concetti di "restauro" e "uso" in chiave contemporanea e suggerisce quindi lo studio applicativo di diversi campi del sapere, un'applicazione teorica e pratica di tematiche che esprimano in maniera significativa ed emblematica le diverse e possibili modalità di declinazione della conoscenza del Patrimonio e dei relativi processi o progetti di conservazione e riqualificazione.

La diffusione di queste conoscenze e del dibattito relativo a livello internazionale costituisce inoltre lo scopo fondante dell'associazione: questo è dimostrato dall'ampio spettro dei contributi presentati nelle varie edizioni dei nostri convegni, provenienti in sostanza da numerosi paesi europei ed extraeuropei, dove è sentita o inizia a sentirsi la problematica della conservazione del patrimonio come elemento fondante della cultura e della società.

Comitato scientifico

Adell, José Maria - Arquitecto,
Universidad Politecnica de Madrid

Bernardo, Graziella - Università
degli Studi della Basilicata

Bevilacqua, Mario - Dipartimento di
Architettura, Università di Firenze

Caccia Gherardini, Susanna -
Dipartimento di Architettura,
Università di Firenze

Cassinello, Pepa - Arquitecto,
Universidad Politecnica de Madrid

Chapapria, Julian Esteban -
Arquitecto, Universidad Politecnica
de Valencia

Dalla Negra, Riccardo - Università
degli Studi di Ferrara

De Vita, Maurizio - Dipartimento di
Architettura, Università di Firenze

Eposito Daniela - Università
"Sapienza", Roma

Garces, Marco Antonio -
Arquitecto, Junta de Castilla Leon

García Quesada, Rafael -
Universidad de Granada

Gonzalez Moreno-Navarro,
Antoni - Arquitecto Diputacion de
Barcelona

Ieksarova, Nadia - Odessa State
Academy of Civil Engineering and
Architecture

Jurina, Lorenzo - Politecnico di
Milano

Muñoz Cosme, Alfonso - Arquitecto,
Universidad Politecnica de Madrid

Nanetti, Andrea - Nanyang
Technological University, Singapore

Onat Hattap, Sibel - Mimar Sinan
Fine Arts University, Estambul

Perez Arroyo, Salvador - Arquitecto,
Hanoi Vietnam

Picone, Renata - Università di Napoli
"Federico II"

Prescia, Renata - Università di
Palermo

Pretelli, Marco - Università di
Bologna

Romeo, Emanuele - Politecnico di
Torino

Sanchez Chiquito, Soledad -
Arqueologo Consorcio de Toledo

Santolaya, Manuel - Arquitecto
Consorcio de Toledo

Santopuoli, Nicola - Università "La
Sapienza", Roma

Tiberi, Riziero - Università di
Firenze

Tognon, Marcos - Universidade
Estadual de Campinas

Segreteria scientifica

Monica Lusoli - Dipartimento di
Architettura, Università di Firenze

The Author(s) 2020
ISBN 9788833381206

progetto grafico

●●● dida**communicationlab**

DIDA Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
via della Mattonaia, 8
50121 Firenze, Italy

Indice

Presentazione Saverio Mecca	10
Contributi introduttivi	
Rifare a una le parti guaste. Il restauro tra indagine clinica e palinsesto cognitivo Susanna Caccia	12
Restauro. Concetti: orientamenti e tendenze attuali Renata Prescia	16
L'insegnamento del restauro tra criticità e innovazione Sandro Parrinello	20
La conoscenza del patrimonio come premessa indispensabile alla sua corretta conservazione Nicola Santopuoli	24
Uso e "vita" del Patrimonio: strumenti per la conservazione e la valorizzazione Antonella Guida	26
Contributi introduttivi alle tematiche ReUso 2020 Luis Palmero Iglesias	28
ReUso: Riciclare, riutilizzare, ripensare Giovanni Minutoli	36
Restauro. Concetti: orientamenti e tendenze attuali	
Protezione delle aree archeologiche: interventi di musealizzazione 'effimera' su aree fragili D'Aquino Riccardo, Cariglino Serafina, Lembo Fazio Francesca	16
Valorizzazione, turismo, identità e restauro. Alcune considerazioni sui beni culturali in Sicilia Genovese Carmen	26
Superposiciones históricas en edificios religiosos: el caso de Los Retablos Iniesta Muñoz Alejandro	36
La rilettura dello spazio architettonico e dei percorsi liturgici dopo il COVID-19: il caso di S. Gregorio Barbarigo a Roma Maria Dal Mas Roberta	46
Naci en 1168 y mi domicilio sigue siendo el mismo: monasterio de Santa Maria Gradefes Leon, España Mora Alonso-Muñoyerro Susana, Bellanca Calogero	56
Nuove luci sul castello dei Conti di Biandrate a Foglizzo (TO): il restauro delle sale cinquecentesche tra conservazione e valorizzazione integrata Novelli Francesco	66
Il cantiere di restauro nelle zone di rischio sismico. Un caso di studio Rotilio Marianna	76
L'insegnamento del restauro, della conservazione e delle discipline afferenti	
L'insegnamento del Restauro dei giardini e dei parchi storici nella Scuola di specializzazione in beni architettonici e del paesaggio di Roma de Vico Fallani Massimo, Accorsi Maria Letizia	86
Restoration and History of Architecture role in international courses: Master's Degree in Architecture (Restoration) learning experience, at Sapienza University of Rome Santopuoli Nicola, Russo Antonio, Tetti Barbara	96

La conoscenza del patrimonio come premessa indispensabile alla sua corretta conservazione

Levantamiento y documentacion digital para la conservacion. El area arqueologica de la ciudad de Cassino	108
Cigola Michela, Gallozzi Arturo, Strollo Rodolfo M.	
Le indagini archivistiche e la valorizzazione del paesaggio storico urbano: dalla sicurezza ambientale alle caratterizzazioni cromatiche	116
Angelucci Federica, Pugliano Antonio, Fei Lorenzo	
Cornicioni e sistemi di smaltimento delle acque meteoriche dell'architettura tradizionale mediterranea. Conoscenza, durabilita e recupero compatibile nella Sicilia occidentale	126
Campisi Tiziana, Colajanni Simona	
Studi preliminari per la ricostruzione virtuale della chiesa tardo cinquecentesca della Certosa di Serra San Bruno	136
Canonaco Brunella, Fortunato Giuseppe, Gerace Michele Pietro Pio	
L'importanza della ricerca d'archivio per un'analisi dello stato di fatto degli edifici storici e delle cause dei fenomeni di degrado: il caso dell'anfiteatro romano di Catania	146
Cascone Santi Maria, Longhitano Lucrezia	
Castrum Petrae. El patrimonio herido de "San Valentino in Abruzzo Citeriore"	156
Cecamore Stefano	
"Restauro" del "Moderno": un ossimoro concettuale divenuto procedurale. La Documentazione del modernismo a Messina fra 1930 e 1965	166
Cernaro Alessandra, Fiandaca Ornella	
"Restauro" del "Moderno": un ossimoro concettuale divenuto procedurale. La Conservazione del modernismo a Messina dal 1945 a oggi	176
Cernaro Alessandra, Fiandaca Ornella	
Il Parco archeologico di Porto (Fiumicino): conoscenza, conservazione e fruizione	186
Chiavoni Emanuela, Esposito Daniela	
Il ruolo delle fonti per la conoscenza, la storia e il restauro dell'ex chiesa di Santa Maria del Carmine a Piacenza	196
Còccioli Mastroviti Anna	
'Realtà poetica o realtà oggettiva': il recupero dei sassi di Matera	206
Concas Daniela	
Il sistema cava-concimaia nella Fossa della Garofala a Palermo	216
Corrao Rossella, Vinci Calogero	
Geomateriali e paesaggio nell'architettura spontanea del casertano	226
D'Angelo Gigliola, Di Nardo Luisa, Forte Giovanni	
Il giardino di Palazzo Barberini a Roma. Storia e ipotesi di restauro	234
De Giusti Gilberto, Formosa Marta	
Il complesso dell'ex Stazione Trastevere a Roma. Studio storico-critico per un possibile re-uso (restauro e uso)	242
Frigieri Chiara, Muratore Oliva	
Percorsi conoscitivi per una proposta di restauro e valorizzazione della basilica-propileo del Parco Archeologico di Tindari	252
Ghelfi Giorgio	
Diagnosis de humedades en el lado norte de la girola de la Catedral de Palencia. Afectación de las intervenciones antiguas y recientes	262
Gil-Muñoz María Teresa, López-González Laura	
Il rilievo per la conservazione degli elementi costruttivi e di finitura: il caso studio delle residenze di Torviscosa (NE Italia)	272
Laiola Giovanna Saveria	
Modi costruttivi comuni fra centro e periferia nell'architettura militare dell'Impero Romano nel III secolo: i casi di Roma e della Gallia nordoccidentale	282
Mancini Rossana	

Diagnosis de humedades en el lado norte de la girola de la Catedral de Palencia. Afectación de las intervenciones antiguas y recientes

Moisture diagnosis on the north side of Palencia Cathedral ambulatory. Impact of old and recent interventions

María Teresa Gil-Muñoz

Departamento de Pintura y Conservación-Restauración, Universidad Complutense de Madrid.

Laura López-González

ARTfabrick, Madrid.

Abstract

In this communication a simple and economic working method, applied to a real case, is exposed to achieve a first diagnosis of capillary humidity in historical buildings, which serves as a guide for its rehabilitation and maintenance over time.

Special emphasis is placed on the procedure, data collection and analysis, analyzing how important is the justification and evaluation of each one of the interventions made in the building and its environment, the functionality of the construction elements, as well as the building maintenance and its context.

A one-year methodology is described in which data has been compiled in order to understand changes and fluctuations of the building as a constantly changing system, and not as an isolated and static element. This method allows to get specific results for each building in particular, being of special interest, to obtain humidity diagnoses and specific and concrete studies of each building, which depends on various factors.

Keywords

Cathedral of Palencia Diagnosis, Capillary humidity, Old interventions, Maintenance, Heritage.

Introducción

Sobre el diagnóstico de la patología de humedad en muros se tienen distintas referencias, como los métodos ensayados en casos reales por Massari y Massari¹, García-Morales², y Aznar Mollá³.

La norma BRE Digest 245 de 1981, revisada en 2007⁴ [4], propone un método de toma de muestras para determinar la distribución del contenido de humedad en el muro, en contraste con la humedad de equilibrio del material. Por ejemplo, Massari y Massari (1993) aplican el método representando estos valores en alzados y secciones.

¹Massari G., Massari, I. 1993, *Damp buildings, old and new*, International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property, Rome.

²García Morales S. 1995, *Metodología para el diagnóstico de humedades de capilaridad y condensación higroscópica en edificios históricos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

³Aznar Mollá J.B. 2016, *El diagnóstico de las humedades de capilaridad en muros y suelos. Determinación de sus causas y origen mediante una metodología basada en la representación y análisis de curvas isohídricas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.

⁴BRE Digest 245: 2007, *Rising damp in walls. Diagnosis and treatment*.



Fig. 1
Capilla de San Isidro, vista interior (fuente: Florentino Díez Sacristán, arquitecto).

Basada en la norma BRE Digest 245, García Morales (1995) propone una herramienta de diagnóstico para la “humedad de capilaridad en edificios con materiales higroscópicos”, Consiste en ábacos que describen el comportamiento hídrico de los materiales. También desarrolla un método de inspección higrótérmica⁵ para detallar la posición e intensidad de evaporación de los muros.

⁵García Morales S., López González L., Collado Gómez A. 2012, Metodología de inspección higrótérmica para la determinación de un factor intensidad de evaporación en edificios históricos, «Informes de la Construcción», vol.64, pp.69-78, <<https://doi.org/10.3989/ic.11.073>> (09/04)

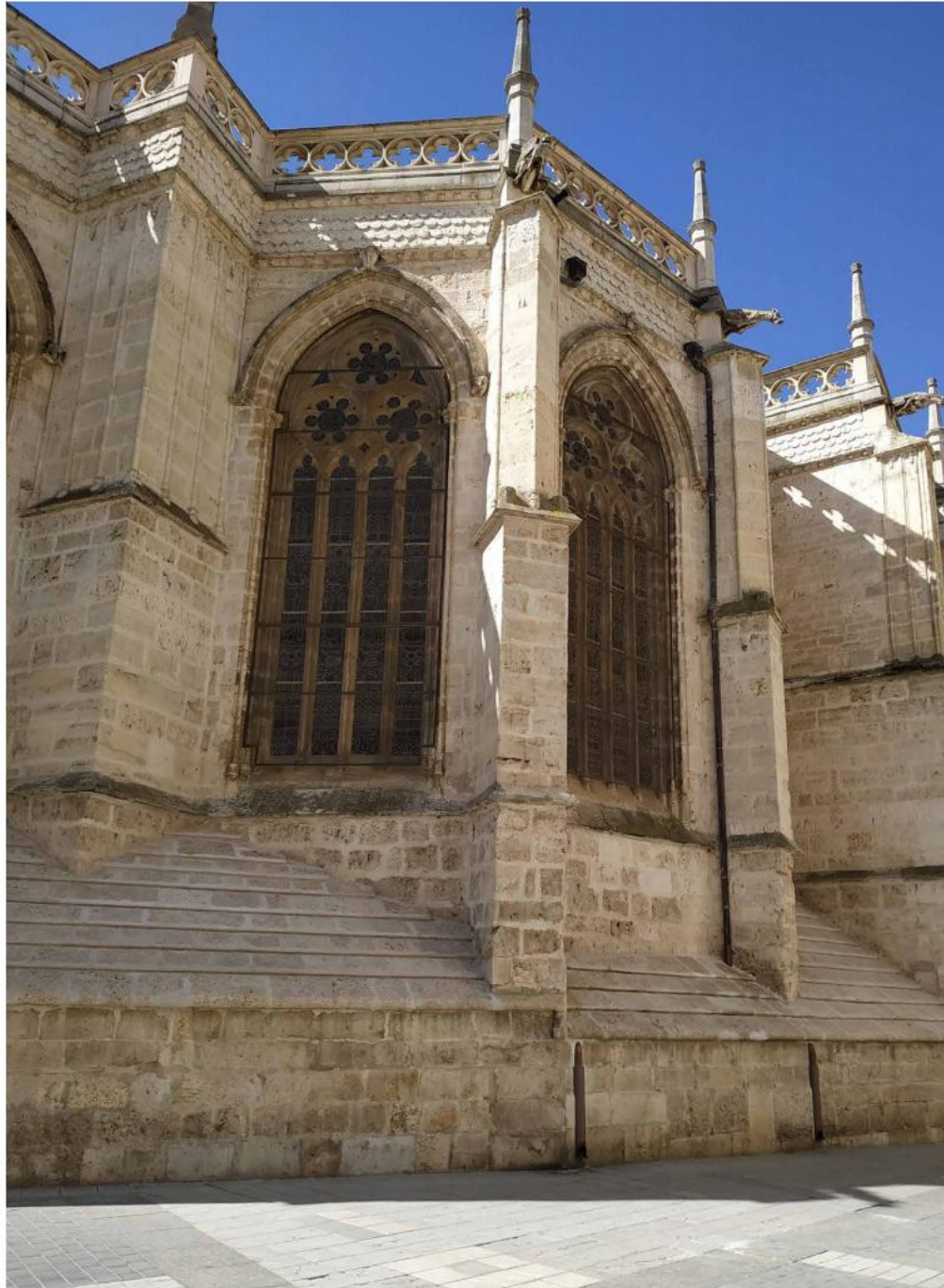


Fig. 2
Capilla de San Isidro, vista exterior.

Aznar Mollá (2016) expone “una metodología basada en la representación y análisis de curvas isohídricas” para diagnóstico de la humedad de capilaridad. Define una malla virtual sobre el paramento objeto de estudio, mide la humedad en cada punto de la malla con un humidímetro (Protimeter, en modo capacitivo), extrae varias muestras de una selección de puntos, las ensaya en laboratorio para obtener el contenido de humedad y la humedad higroscópica, y extrapola los datos medidos a los datos calculados. En la Catedral de Palencia, la profesora García Morales ensayó el método descrito en 2004, en la capilla de los Reyes⁶. En ese trabajo también recoge los aspectos históricos

⁶García Morales S., Dini D. 2004, *Estudio de humedades. Catedral de Palencia*. No publicado, Unidad de Archivo de la Consejería de Cultura y Turismo, Junta de Castilla y León, Valladolid.

relevantes en cuanto a las lesiones de humedad del edificio y analiza los resultados de un estudio geotécnico y de los niveles de agua del terreno que afectan al conjunto del edificio. En aquel momento, recomienda varios tipos de intervención para resolver los problemas de filtraciones de los que adolece la Catedral, especialmente en la girola: sobre el zócalo de piedra por el que se filtra agua de lluvia; en el encuentro de la acera y el muro; en la cubierta solventando el vertido de agua y filtraciones; y sobre la plaza en las acometidas de las redes.

En esta comunicación se parte de los estudios de García Morales. La finalidad es mostrar cómo conseguir un diagnóstico objetivo sobre la patología de humedad de los muros, aplicado a las capillas de San Isidro y La Virgen Blanca en el lado norte de la girola de la Catedral de Palencia, observando cómo las intervenciones antiguas y recientes han afectado a la conservación de la envolvente de las capillas por acción de la humedad capilar.

Metodología

La metodología seguida busca determinar el régimen de evaporación de la base de los muros de las capillas de San Isidro y La Virgen Blanca y su relación con otros espacios de referencia de la Catedral; realizar una lectura cualitativa de sales solubles en la base de los muros de las dos capillas; tomar pequeñas muestras de material en las dos capillas para su ensayo en laboratorio; y medir la posición del freático en el perímetro de los muros. Antes que nada se parte de una documentación y observación en campo exhaustivas.

Caso de estudio

El presente estudio⁷ está enmarcado en el proyecto *Actuaciones de restauración en bóvedas de nave y capillas, y en cuerpo central de la fachada occidental de la Catedral de Palencia*, promovido por la Diócesis de Palencia, cofinanciado por la Junta de Castilla y León, dentro del programa de Conservación del Patrimonio Histórico Español (1,5% Cultural del Ministerio de Fomento, Gobierno de España), redactado por los arquitectos Florentino Díez Sacristán e Ignacio Vela Ciudad, y ejecutado por la U.T.E. Catedral de Palencia (Cabero Edificaciones, S.A. y Sabbia, Conservación y Restauración, SL.), entre marzo de 2019 y marzo de 2020.

El análisis de humedades se ciñe a las capillas contiguas de San Isidro (Figs. 1 y 2) y La Virgen Blanca en el lado norte de la girola de la Catedral de Palencia, en cuyos paramentos interiores se aprecian deterioros presuntamente vinculados a la humedad capilar, sin certeza clara de su grado de afectación.

Los paramentos interiores son de mortero de cemento gris en la capilla de San Isidro o de piedra vista en la capilla de La Virgen Blanca. La cota del suelo de las capillas está 90cm más baja que la cota del pavimento de calle.

Las lesiones de ambas capillas son similares, más acentuadas en los morteros de la capilla de San Isidro.

Los enfoscados de la capilla de San Isidro están muy alterados, especialmente en los tres paños que dan al exterior, donde se distinguen innumerables capas y grandes desconchones. En su parte inferior están completamente desprendidos y arenizados. En el lado oeste hay un arcosolio, con una profundidad de 43cm que alberga un sarcófago, y muestra una gran mancha de humedad, que ha afectado en alto grado a las columnas del arco y al sarcófago (Fig. 3).



Fig. 3
Capilla de San Isidro, lesiones en el revestimiento y arcosolio.

⁷Gil-Muñoz M.T., López-González L. 2020, *Estudio de humedades de las capillas de San Isidro y la Virgen Blanca en la girola de la catedral de Palencia*. No publicado, Unidad de Archivo de la Consejería de Cultura y Turismo, Junta de Castilla y León, Valladolid.



Fig. 4
Capilla de La Virgen
Blanca, cubierta con
sumideros obstruidos.

En la capilla de La Virgen Blanca no se observa tanto deterioro en los paramentos, a excepción del lado derecho del sarcófago que se sitúa en el arcosolio del paño oeste. Los zócalos no están disgregados, y en las basas de las columnas aún se aprecia el tallado, aunque en algunos tramos existe mortero de cemento gris que los recubre. Los zócalos parece que han sido rejuntados en diversas épocas y algunos sillares han sido restituidos al menos parcialmente.

En la capilla de San Isidro el suelo es de madera y en su encuentro con las paredes está podrido y roto, mientras que en la capilla de La Virgen Blanca es de losas de piedra. En ambas capillas las bóvedas están recubiertas de varias capas de mortero, con manchas de humedad que recorran los arcos y tracerías de las vidrieras así como diversas grietas en la capilla de San Isidro.

Al exterior los muros de las capillas tienen un zócalo de piedra adosado, con rellenos antrópicos y cubierta inclinada de losas de piedra, que regulariza el perímetro de la planta, con una altura que varía entre los 1,4m y los 4,2m por encima de la cota de calle. Bajo las losas inclinadas quedan incluidas las bajantes de pluviales de la cubierta de las dos capillas (obra realizada a comienzos de 2019 con relleno de cal), que van pegadas a ambas esquinas del paño central de cada capilla con los contrafuertes. Este tramo oculto es de PVC, y sale al exterior de la cara vertical del zócalo, en donde queda encajado un tramo de bajante de cobre, con vertido del agua a ras de la acera.

En días de lluvia, este zócalo recibe además el agua de las gárgolas de cubierta y de los rebosaderos de las bajantes de cubierta. En este zócalo se aprecian sillares nuevos de restauraciones recientes.

El acerado contiguo a estas capillas presenta ligera pendiente hacia la Catedral. El pavimento de piedra muere en el zócalo con la junta abierta.

El bajocubierta de la girola es un espacio transitable en el que se observan el trasdós de las bóvedas de las diferentes capillas de sillares de piedra y tierra.

La cubrición de este ámbito está realizada con una estructura de madera laminada que se apoya en pilares intermedios y en los muros perimetrales, sobre la que se dispone una cubierta de planchas zinc engatilladas, atravesada en distintos puntos por las bajantes de PVC (cada capilla evacua aproximadamente 125m² con dos bajantes) provenientes de la recogida de aguas de la cubierta (mediante una rejilla perimetral sin mantenimiento, que produce acumulación de palomina que atora la rejilla y crea balsas de agua, Fig. 4). Estas bajantes, tras uno o varios codos, dependiendo de su posición, atraviesan el tramo superior del muro para aparecer en las fachadas, por donde bajan y de ahí verter directamente a la calle. Se ven lesiones por humedad en la madera en su encuentro con los muros y especialmente alrededor de las bajantes.

El régimen de mantenimiento del edificio queda sujeto a intervenciones puntuales en respuesta a situaciones sobrevenidas de carácter urgente.

Ensayos Y Resultados

Durante un año completo, a fin de analizar el comportamiento del agua en las diferentes estaciones, se procede a realizar los siguientes estudios:

- a. Sobre el contexto hidrogeológico y urbano se recaba información en fuentes como el Instituto Geográfico Nacional y se realizan mediciones en campo. Se evalúa *in situ* la incidencia del agua en las capillas: evacuación de pluviales, zócalo entre contrafuertes, acerado del entorno urbano y recubrimientos en la cara interior de los muros. También se analiza el régimen de mantenimiento de la capilla y de su envolven-

te. Todos estos aspectos quedan descritos en el apartado anterior.

- b. La auscultación higrotérmica se lleva a cabo con un termohigrómetro (Testo 625), tomando lecturas en tiempo real de la lámina de aire de la superficie del muro, del ambiente de las capillas y del tiempo local (valor de referencia), para identificar los “focos” de evaporación del muro [5]. Se realiza en distintas estaciones meteorológicas para distinguir los valores estacionales de las fuentes continuas. Un mallado de los datos permite observar la distribución e intensidad de la evaporación en los muros en distintos momentos del año. Las mediciones siempre se toman en los mismos puntos. Gracias a este procedimiento, se elaboran planos de focos de humedad a lo largo del tiempo, que facilitan el estudio de su evolución y permiten llegar a conclusiones más certeras.

Los datos de mayor interés se corresponden con la época más seca y calurosa del año, momento en que se aprecia claramente cómo el enfoscado de la capilla de San Isidro impide la evaporación del muro. En las zonas en que se ha perdido este revestimiento existe cierto flujo de humedad, como es el caso de los desconchones, pero si se mide en alguna oquedad la evaporación aumenta, lo que indica que el muro está reteniendo humedad tras este recubrimiento, que no permite una correcta transpiración. En la capilla de La Virgen Blanca, al no existir este revestimiento, se miden mucho más fácilmente los focos de evaporación, que se distribuyen de forma más homogénea. Aun así, en esta capilla también aumenta el valor de las mediciones en oquedades, lo que demuestra que, al igual que en la capilla de San Isidro, el muro contiene una cantidad de humedad que intenta evaporar.

En las dos capillas se localizan los mayores focos de evaporación en los dos paños laterales a ambos lados del paño central (que no ha sido posible medir en ninguna de las dos capillas por tener un retablo adosado) que linda con el exterior.

Igualmente, en ambas capillas los focos de evaporación alcanzan una cota máxima de 3,30m, manteniéndose en un rango medio de entre 1,5m y 2m. Esta altura, en sección, coincide con los tramos de relleno del añadido perimetral existente en toda la cabecera, que alcanza unas cotas de hasta 4,2m en su punto más elevado y de 1,4m en su punto inferior, respecto de la cota de calle (equivalentes a 5,1m y 2,3m desde la cota del suelo interior).

Para interpretar los datos, se realizan planos de focos de humedad de los paramentos de ambas capillas de cada día de medición (Fig. 5) Y *a posteriori* se elabora un plano global de cada capilla, en donde se representa el valor de evaporación que prevalece, y si este cambia el valor promedio de los focos de humedad a lo largo del tiempo, con el fin de discernir con mayor exactitud su evolución (Fig. 6).

- c. La presencia de sales higroscópicas o estudio cualitativo de eflorescencias (nitratos, nitritos y cloruros) se efectúa mediante varillas reactivas (MN Quantofix). Estas se aplican sobre el mortero o revestimiento, siendo coincidentes los puntos de

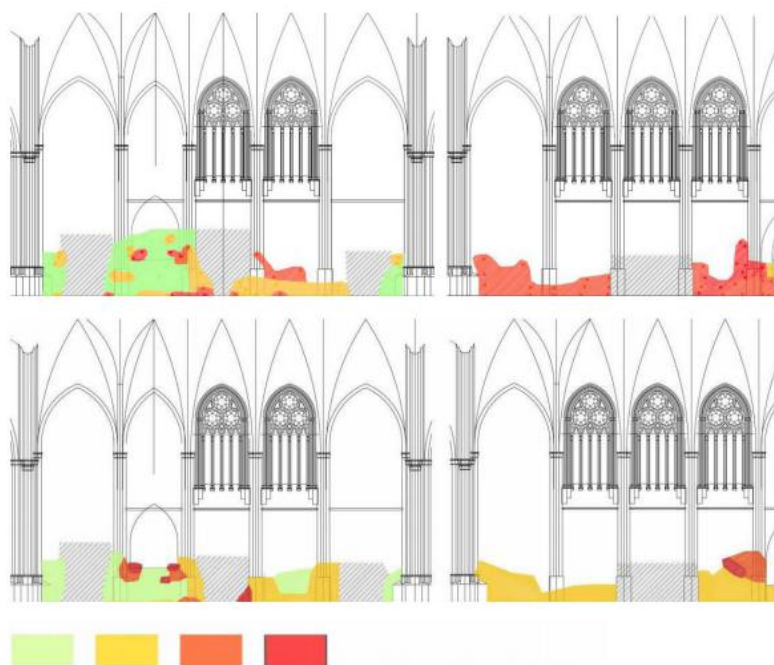


Fig. 5
Cartografía de foco de evaporación de las capillas de San Isidro y La Virgen Blanca. Primera medición abril 2019. Grado de humedad medido en g/kg. Leyenda: de rojo a verde de mayor a menor grado de humedad, la trama indica la presencia de bienes muebles que impiden la auscultación de muro.

Fig. 6
Cartografía de foco de evaporación de las capillas de San Isidro y La Virgen Blanca. Compendio anual. Grado de humedad medido en g/kg. Leyenda: de rojo a verde de mayor a menor grado de humedad, la trama indica la presencia de bienes muebles que impiden la auscultación de muro.

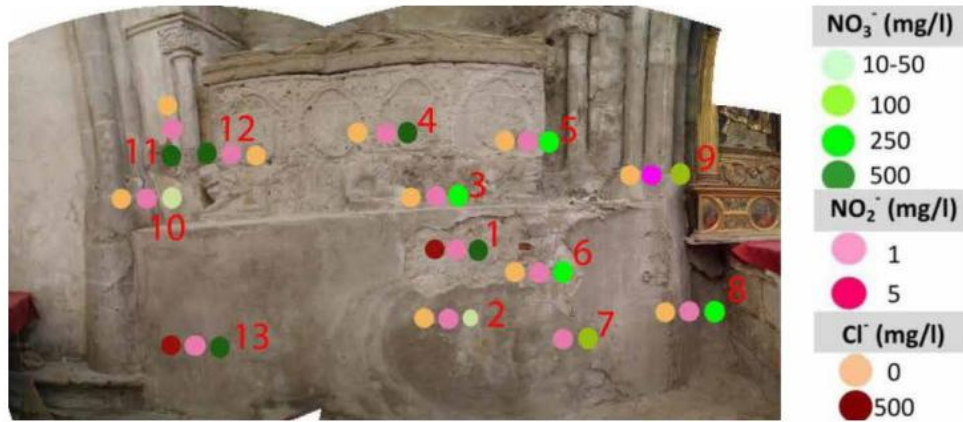


Fig. 7
Cartografía de sales en el arcosolio de la capilla de San Isidro. Leyenda: nitratos en verde, nitritos en rosa y cloruros en marrón; el color más intenso indica mayor concentración de sales.

medición con los puntos de auscultación higrotérmica. A través de un mallado se evalúa su distribución en la superficie del muro y se superponen sobre los datos del ensayo anterior.

Se observa una correspondencia clara entre la alteración de los materiales de revestimiento y la presencia de sales. Se percibe la existencia generalizada de nitratos en ambas capillas, aunque nitritos y cloruros se encuentran de manera puntual. La aparición de cloruros en determinados puntos, nos indica una vinculación con la entrada de agua desde el exterior, especialmente en encuentros de acera, paño central y base del sepulcro de la capilla de San Isidro (Fig. 7).

d. La extracción de 7 muestras tiene lugar en los morteros de rejuntado o en los enfoscados, para su ensayo en laboratorio. Se sacan mediante raspado con espátula o a través de un escoplo percutido con martillo, previa limpieza de la superficie. Se acomete de manera disimulada, aprovechando desconchones ya existentes. El peso de cada muestra es inferior a 50g. Al retirar la muestra se introduce en una bolsa, convenientemente sellada para minimizar su pérdida de humedad.

Se trata de ensayos consecutivos, de peso seco en estufa a 40°C e higroscopicidad al 100%HR, con el objeto de determinar si la cantidad de humedad existente en los materiales del muro es normal y cuál es la capacidad de adsorción de humedad de estos en condiciones ambientales de humedad extrema. En el ensayo de peso seco, primero se pesa la muestra húmeda, después se introduce en un horno a 40°C y se hacen pesadas sucesivas a intervalos de 1h hasta que estas no difirieren entre sí más del 0,1%. En el ensayo de higroscopicidad se parte de la muestra en estado seco y se somete a una humedad del 100% en recipiente estanco (con una temperatura promedio de 20°C). Primero se pesa la muestra en seco y después se realizan pesadas sucesivas a intervalos de 7-9 días, hasta que las pesadas no difirieren entre sí más del 0,1%. Respecto del ensayo de peso seco, la muestra con mayor contenido de humedad se corresponde con el lado derecho del zócalo del paramento frontal de la capilla de San Isidro (M2, bajo enfoscado). El revestimiento impide la transpiración del muro. Además el zócalo se sitúa bajo la cota del suelo de calle, y en la cara exterior del muro acomete un pavimento duro que frena la transpiración del terreno y del muro bajo rasante, aunque el encuentro del acerado con el muro es de junta abierta, que por el contrario posibilita la entrada de escorrentías de no estar bien estudiadas las pendientes del acerado. Los aportes de humedad también pueden proceder de las bajantes de cubierta o del vertido directo de la bajante sobre el zócalo recrecido (hasta ene-

Capilla	Muestra. Localización ¹ , material	A. Ensayo peso seco a 40°C (10-20 mayo)	B. Ensayo higroscopicidad al 100% HR (20 mayo-21 junio)
San Isidro	M1. Zócalo bajo arcosolio, mortero bajo enlucido	-6,99%	1,15%
	M2. Zócalo frontal, mortero bajo enlucido	-17,40%	8,36%
	M3. Zócalo lateral der, mortero junta	-3,52%	20,54%
	M4. Arcosolio, material pétreo suelto	-0,94%	5,09%
	M5. Arcosolio, enlucido	-1,77%	2,46%
Virgen Blanca	M6. Zócalo diagonal izq, mortero junta	-4,90%	23,31%
	M7. Zócalo lateral der, mortero junta	-4,57%	10,18%

Escala	0-3	3-6	6-12	12-24
--------	-----	-----	------	-------

Fig. 8
Contenido de humedad cedida (ensayo A de peso seco) y adsorbida (ensayo B de higroscopicidad) por cada muestra. Los valores se asocian a una escala de grises, según se indica debajo de la tabla.

ro de 2019, momento en que se alarga el recorrido de estas bajantes para verter al suelo de la acera; en julio de 2019 quedan hidrofugadas las losas inclinadas del zócalo).

La muestra extraída bajo el arcosolio de la capilla de San Isidro (M1, mortero bajo enfoscado) no está en equilibrio con el ambiente de la capilla, y justo debajo hay una mancha de humedad focalizada, probablemente estacional y vinculada a pluviales o escorrentías superficiales, aunque parece que no está activa.

En cuanto al ensayo de higroscopicidad al 100%, en comparación con el ensayo de peso seco, las muestras de los morteros de junta del paño este de la capilla de San Isidro (M3) y de la diagonal izquierda de la capilla de La Virgen Blanca (M6) son las más ávidas de humedad; y en menor medida las muestras del mortero bajo enfoscado del frontal de la capilla de San Isidro (M2) y del mortero de junta del paño derecho de la capilla de La Virgen Blanca (M7). Esto corrobora la situación de equilibrio de las muestras M3, M6 y M7, y los aportes de humedad a que está expuesto la muestra M2 del zócalo frontal de la capilla de San Isidro, probablemente vinculados a las pluviales de cubierta o de escorrentía del entorno (Fig. 8).

e. La lectura de los niveles piezométricos se efectúa en los sondeos 1 y 6, situados al norte y sur del perímetro exterior de la girola ejecutados en 2004 con motivo de un estudio hidrogeológico del suelo de la Catedral [5], que se tienen como valores de referencia.

En comparación con el año 2004, se advierte que con respecto de la cota 0 (cota del suelo interior de la Catedral) los niveles apenas han variado (0-0,10m más) en el sondeo 1 norte, y han bajado 0,20-0,27m en el sondeo 6 sur. Pero esta variación no se considera significativa.

Diagnóstico

El análisis e interpretación de toda la información y los datos referidos en conjunto, gracias a la toma de datos a lo largo de un año y siempre sobre los mismos puntos, representados todos ellos mediante esquemas de aportes de humedad, mapas de lesiones en paramentos, isolíneas de evaporación en muros, mapas de distribución de sales, tablas de valores de contenido de humedad, higroscopicidad de los morteros y fluctuación del freático, permiten alcanzar un diagnóstico global de la problemática de humedades en las capillas.

Se observan focos de evaporación activos y continuos a lo largo del año en la capilla de San Isidro en el zócalo del sepulcro, en el banco de apoyo del retablo central, en el paramento central y en el paño derecho contiguo al central.

Los muros de la capilla de La Virgen Blanca parecen estar en equilibrio con las condiciones ambientales de la capilla, existiendo un foco de evaporación en el paño derecho exterior. La mayor evaporación se produce alrededor de la pila, a una altura de 1,5m del suelo.

En ambas capillas, los focos de humedad se localizan en los muros de los tres paños que dan al exterior, y siempre a una altura que no rebasa el zócalo adosado al exterior. Se mide mayor cantidad de humedad en oquedades, en morteros tras revestimientos, o en el contacto del suelo con la pared.

La humedad se relaciona respectivamente o con el hecho de situarse el muro bajo la cota de calle o/y con un foco de humedad con origen probable en las bajantes de cubierta hasta el zócalo. En el primer caso el suelo impermeable de la calle no deja transpirar el terreno, tampoco el muro en la parte que tiene adosado un recrecido a modo de zócalo, y es factible que se produzca la entrada de agua en el encuentro del suelo con el zócalo o contrafuertes. En el segundo caso el foco de humedad se supone estacional, probablemente vinculado con la filtración de agua de pluviales a través del encuentro del recrecido del zócalo con el muro, por vertido directo de las bajantes (aspecto corregido en enero de 2019) o por caída del agua desde el rebosadero de las misas o las gárgolas de metal.

Los enfoscados del zócalo de la capilla de San Isidro, de naturaleza impermeable, impiden la transpiración del muro, y favorecen un deterioro acelerado de la piedra.

Parece que hay una correlación entre la existencia de sales y la alteración de los materiales. En la capilla de San Isidro es más clara, pues los revestimientos, mayormente de cemento gris, están muy deteriorados. En la superficie de los muros de ambas capillas la presencia de nitratos en concentración elevada es generalizada, probablemente vinculada a antiguos enterramientos. Sin embargo, la existencia de nitritos es más puntual. Del mismo modo, los cloruros también se encuentran de manera muy localizada, y aunque su origen puede estar en el uso de la sal como fundente en las vías urbanas circundantes, en ocasiones la relación física de acerado exterior y paramentos interiores afectados no es tan directa (por ejemplo en el zócalo del sepulcro oeste de la capilla de La Virgen Blanca).

De las muestras de mortero analizadas, las que tienen un mayor contenido de humedad se sitúan en la capilla de San Isidro, tanto en el paramento frontal como en el zócalo del sepulcro. Son morteros bajo el enfoscado gris bufado y desprendido (el segundo con menor grado de humedad). Por tanto, está claro que este revestimiento es impermeable y no deja transpirar el muro de manera natural. El resto de las muestras son de enfoscado, piedra o mortero de junta y estos materiales parece que se encuentran en equilibrio con las condiciones del ambiente de las capillas respectivas.

De los tres morteros de junta analizados, dos son muy propensos de adsorber la humedad del ambiente, pero tras la extracción de muestras los tres tenían un contenido de humedad bajo, acorde a las condiciones del medio. En cuanto al revestimiento del arcosolio o al material pétreo del recercado del arcosolio no son ávidos de humedad. Respecto de los morteros bajo el revestimiento, en el caso del zócalo del sepulcro apenas adsorbe humedad, lo que corrobora la impermeabilidad del enfoscado y el contenido de humedad alto del mortero cuando se extrajo la muestra, y en el caso del zócalo del paramento frontal es medianamente ávido a adsorber humedad, lo que explica el elevado contenido de humedad de la muestra si el mortero está expuesto a aportes de agua.

Las variaciones de los niveles piezométricos en 2004 y en 2019 no son especialmente significativas en el sondeo 1 norte y sí más relevantes en el sondeo 6 sur. Pero en ningún caso, la presencia de agua en el subsuelo es la causante de la humedad en la base de los muros, que a su vez quedan bajo rasante.

Conclusión

La relevancia de la presente investigación radica en la importancia de realizar un diagnóstico preciso para dirigir la intervención hacia unas recomendaciones de actuación concretas y fundadas que permitan la resolución del problema. Este diagnóstico ha de entender el edificio como un sistema en constante cambio, interrelacionando todos los ensayos mediante elementos gráficos que posibiliten su estudio de manera global. Se demuestra que el uso de ensayos, ya utilizados con anterioridad, unidos a nuevos enfoques de representación gráfica es un método fiable y concreto para el estudio de humedades.

También se pone de manifiesto la trascendencia de las distintas actuaciones a las que queda expuesto el edificio y su contexto a lo largo del tiempo (revestimientos interiores impermeables, zócalo exterior adosado, evacuación de pluviales, encuentro del acerado con el edificio), así como la ausencia de mantenimiento.

Agradecimientos

A Soledad García Morales (arquitecta especialista en diagnóstico de humedades). A la dirección facultativa de la obra, Florentino Díez Sacristán (arquitecto) y Juan Carlos Sánchez Rodríguez (arquitecto técnico). Y a la U.T.E. Catedral de Palencia, Indalecio Martín Gavilán (jefe de obra).